

Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Resonansi gelombang Bunyi Menggunakan Transduser Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATmega8535

Nurkholis, Junaidi, Arif Surtono

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung-Bandar Lampung 35145, Indonesia
Email: junaidi.1982@fmipa.unila.ac.id*

Diterima (13 Maret 2014), direvisi (03 Juni 2014)

Abstract. The research has been conducted by design a data acquisition system of measure sound waves resonance instruments via USB serial communication that using PING tranduser. This study was purposed to determine magnitude propagation of sound in the air. PING ultrasonic tranduser used to measure water levels. This tranduser has a height range 2-500 cm with a resolution of 0,5 cm. The water level detector using 5 volt power supply. This instrument will measured water level when the resonance occurs and detected by a sensor microphone that will be sent to the microcontroller. This study used variation tuning fork frequency's (288, 341, 426 and 512) Hz to determine value of the propagation of sound in the air. Rapid propagation of sound in the air at room temperature's by using frequency of 341 Hz is $341 \pm 0,634$ m/s and has the highest accuracy with an error 0,2%.

Keyword. *Ultrasonic, PING, level detector, frequency, Rapid propagation of sound*

Abstrak. Telah dilakukan penelitian dengan merancang suatu sistem akuisisi data pada alat ukur resonansi gelombang bunyi melalui komunikasi serial USB dengan menggunakan transduser PING. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya cepat rambat bunyi di udara. Transduser ultrasonik PING digunakan untuk mengukur ketinggian air. Transduser ini memiliki *range* ketinggian 2 - 500 cm dengan resolusi 0,5 cm. Pendeteksi ketinggian muka air ini menggunakan catu daya sebesar 5 volt. Alat ini akan mengukur ketinggian muka air saat terjadi resonansi dan dideteksi oleh sensor mikrofon yang akan dikirimkan ke mikrokontroler. Penelitian ini menggunakan variasi frekuensi garputala (288, 341, 426 dan 512) Hz untuk menentukan nilai cepat rambat bunyi di udara. Cepat rambat bunyi di udara pada suhu ruangan dengan menggunakan frekuensi 341 Hz adalah $341 \pm 0,634$ m/s dan memiliki ketelitian tertinggi dengan *error* 0,2%.

Kata Kunci. *Ultrasonik, PING, pendeteksi ketinggian, frekuensi, cepat rambat bunyi*

PENDAHULUAN

Pengukuran merupakan salah satu metode untuk mendapatkan data dan informasi yang bersifat kuantitatif dari objek yang akan diukur. Pengukuran menjadi hal yang sangat penting dalam

dunia sains dan kehidupan sehari-hari seiring dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat. Proses pengukuran dapat kita temukan di semua lingkup kehidupan seperti pada praktikum Fisika dasar tentang resonansi gelombang bunyi di laboratorium Fisika FMIPA Universitas Lampung. Dalam praktikum tentang gelombang bunyi ini mahasiswa masih mengalami kesulitan

*Corresponding author:
E-mail: Nurkholis_95@yahoo.com

dalam menentukan tempat terjadinya dengung pada tabung resonansi.

Bunyi dengung yang dihasilkan dari garpu tala yang bergetar pada tabung sangatlah kecil. Dengan adanya masalah ini maka perlu didesain suatu sistem pengukuran kecepatan gelombang bunyi di udara yang modern dan praktis. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kecepatan gelombang bunyi di udara dengan menggunakan komunikasi serial USB dan ditampilkan ke PC atau laptop.

Resonansi bunyi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu sistem fisis yang diakibatkan oleh sistem fisis lain yang bergetar dengan frekuensi tertentu (Tipler, 1998). Contoh dari peristiwa resonansi bunyi adalah sebuah garpu tala yang digetarkan pada tabung. Akibat adanya garpu tala yang bergetar maka tabung akan ikut bergetar dan merapat pada pipa organa tertutup.

Pada pipa organa tertutup maka pantulan gelombang resonansi yang terjadi berupa simpul dan pada pipa organa terbuka berupa perut (Bueche dan Hecht, 2006). Jika posisi dengung (L_1 , L_2 , dst) dapat ditentukan maka akan memudahkan untuk mencari nilai panjang gelombang yang dihasilkan (Lubis dan lizalidiawati, 2005). Adapun Persamaan yang digunakan:

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} \quad (1)$$

Dari **Persamaan (1)** diketahui bahwa L_1 merupakan jarak saat resonansi pertama terjadi. Hal ini dilihat pada ketinggian air di tabung resonansi saat tabung reservoir diturunkan dan diperoleh nilai amplitudo maksimum dengan melihat perubahan tegangan yang terjadi. Resonansi kedua terjadi bila:

$$L_2 = \frac{3\lambda}{4} \quad (2)$$

L_2 merupakan jarak kolom udara saat terjadi resonansi kedua apabila amplitudo maksimum ke-2 terlihat saat ada perubahan

tegangan kembali. Pendeteksi ketinggian air untuk menentukan L_n ini adalah pada perubahan ketinggian air yang dideteksi oleh transduser ultrasonik PING dan mengirimkan data ke mikrokontroler mengenai kondisi ketinggian air yang akan ditampilkan ke komputer.

Dengan didapatkannya nilai λ dari Persamaan (1) dan Persamaan (2), maka nilai cepat rambat gelombang bunyi di udara (v) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan:

$$v = f \cdot \lambda \quad (3)$$

dimana:

v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

f = frekuensi garpu tala (Hz)

λ = panjang gelombang (m)

Cepat rambat bunyi di udara sangat dipengaruhi oleh suhu udara. Semakin tinggi suhu udara maka nilai cepat rambat bunyi akan semakin besar dan sebaliknya. Bunyi dapat merambat di udara bebas dengan kecepatan 340 m/s pada suhu 15° C (Wulansari, 2013).

Pada penelitian ini sensor yang digunakan yaitu transduser ultrasonik PING dan sensor mikrofon. Transduser ultrasonik PING berfungsi sebagai pengukur jarak ketinggian air pada tabung resonansi dan sensor mikrofon akan merubah besaran fisis (suara) menjadi besaran listrik (tegangan) serta mendeteksi bunyi dengung yang terjadi. Transduser ultrasonik akan bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara. Suara yang dihasilkan tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Hal ini dikarenakan telinga manusia hanya mampu mendengar suara dengan frekuensi 20 Hz sampai 20.000 kHz (Ardiansyah dkk, 2011).

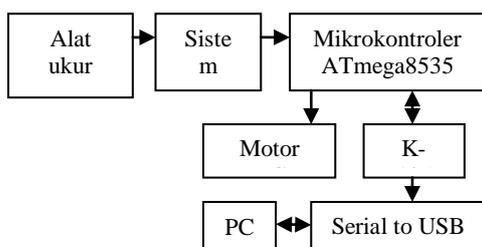
Transduser ultrasonik memiliki sebuah pembangkit sinyal 40 kHz yang akan dirubah kedalam bentuk suara dengan menggunakan *speaker* ultrasonik dan akan dideteksi oleh mikrofon ultrasonik yang ada

pada transducer ultrasonik tersebut (Arief, 2011). Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis ATmega8535 yang memiliki kapasitas memori 8kbyte dan dilengkapi dengan unit pemrosesan memori seperti *Read Only Memory (ROM)*, *Random Access Memory (RAM)*, *input-output*, dan fasilitas pendukung lainnya (Budiharto, 2007). Mikrokontroler ini juga telah tersedia *ADC internal* yang terletak di port A dengan keluaran 10 bit sebanyak 8 saluran (Iswanto, 2008).

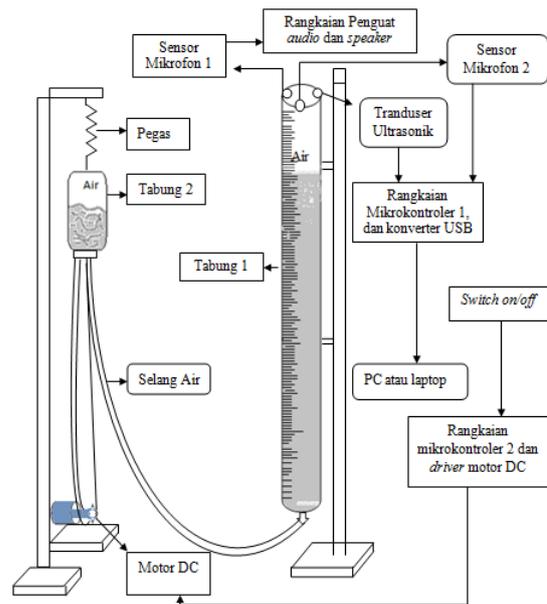
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini membahas perancangan alat bagian *hardware* dan *software* untuk akuisisi data pengukuran cepat rambat gelombang bunyi di udara menggunakan tabung resonansi. Sistem akuisisi datanya menggunakan komunikasi serial via USB dan ditampilkan ke komputer. Sistem pengukuran ini terdiri dari transducer ultrasonik PING, sensor mikrofon dan mikrokontroler ATmega8535. Prinsip kerja alat ini yakni mendeteksi dengung (L_n) yang terjadi.

Dalam pengambilan data tentang L_n bergantung pada keras atau kecilnya frekuensi dengan memanfaatkan *speaker* yang terpasang pada alat ini. Garpu tala akan digetarkan dengan frekuensi yang telah ditentukan. Gelombang bunyi yang dihasilkan dari garpu tala yang digetarkan dan diletakkan di mulut tabung resonansi, maka terjadilah rambatan longitudinal gelombang bunyi pada tabung tersebut. Adapun perancangan tahapan kerja perangkat keras tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**.



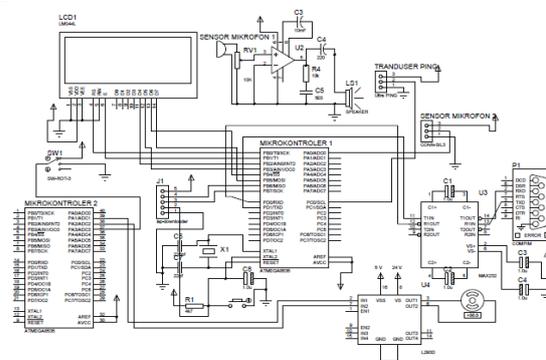
Gambar 1. Diagram blok rancangan umum sistem



Gambar 2. Skema Alat

Gambar 2 merupakan skema alat dalam penelitian ini. Pada saat garpu tala dipukul maka *switch on/off* akan diaktifkan untuk menurunkan tabung reservoir dan transducer ultrasonik akan bekerja untuk mendeteksi ketinggian air. Sensor mikrofon akan mendeteksi bunyi dengung yang dihasilkan dengan melihat perubahan tegangan yang terjadi dan nilai ADC yang di deteksi akan dikonversikan ke tegangan dan dikirimkan ke komputer.

Pada penelitian ini, nilai frekuensi sumber yang digunakan telah ditentukan sehingga nilai v dapat langsung dihitung dengan **Persamaan (3)**. Adapun rangkaian sistem minimum keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 3**.

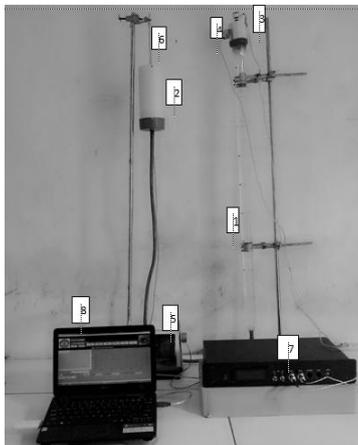


Gambar 3. Sistem Minimum Rangkaian Keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini alat ukur resonansi gelombang bunyi telah direalisasikan yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak dan pengujian alat dilakukan dengan mengukur ketinggian muka air serta perubahan tegangan saat terjadinya resonansi. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari rangkaian catu daya, sistem minimum mikrokontroler, rangkaian motor, transduser ultrasonik PING, rangkaian *interfacing* max 232. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan yaitu bascom AVR, AVR prog yang berfungsi untuk mendownload program ke dalam mikrokontroler.

Alat yang dibuat dengan menggunakan tabung resonansi dapat langsung dilihat posisi ketinggian airnya. Pada penelitian ini dilakukan variasi frekuensi garpu tala dengan frekuensi 288, 341, 426 dan 512 Hz. Proses pengambilan data pada penelitian menggunakan tabung resonansi yang terbuat dari kaca yang berukuran 100 cm yang diberikan selang kecil pada bagian bawah tabung dan terhubung dengan tabung reservoir. Tabung reservoir akan dihubungkan dengan motor stepper dengan kecepatan 0,012 m/s dan tegangan sebesar 24 volt. Transduser ultrasonik akan membaca hanya sampai pada jarak 35 cm. Hasil realisasi dari alat ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Alat ukur resonansi gelombang bunyi

Gambar 5. Tampilan data pengukuran pada komputer

Adapun data-data hasil pengukuran yang ditampilkan pada komputer dapat dilihat pada **Gambar 5**..

Data hasil pengukuran dengan variasi frekuensi garputala dapat dilihat pada **Tabel 1**. Pada **Tabel 1** terlihat bahwa semakin besar frekuensi sumber gelombang bunyi (garpu tala) maka akan semakin kecil panjang gelombang yang dihasilkan pada tabung resonansi tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengamatan

No	f (Hz)	S (cm)	λ (m)	$(v \pm \Delta v)$ (m/s)
1	288	30	1,2	$345,6 \pm 0,695$
2	341	25	1	$341 \pm 0,634$
3	426	23	0,92	$391,92 \pm 0,630$
4	512	17	0,68	$348,16 \pm 0,626$

Pada penelitian ini, besarnya tetapan nilai v sebesar 340,33 m/s. Dengan menggunakan persamaan $v = f \cdot \lambda$ atau $f = v/\lambda$ maka diperoleh nilai frekuensi pada jarak 30 cm sebesar 283 Hz dengan selisih 5 dari frekuensi yang tertera pada garpu tala yakni 288 Hz dan cepat rambat bunyinya adalah 345,6 m/s dan $\Delta v = 0,695$.

Berdasarkan **Tabel 1**. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan pada suhu ruangan dan didapatkan nilai cepat rambat bunyi di udara dengan tingkat ketelitian 0,2%

terletak pada frekuensi 341 Hz. Δv merupakan ralat pengukuran nilai v yang diperoleh dengan menjumlahkan hasil dari diferensial Δf dan $\Delta \lambda$. Nilai ralat frekuensi (Δf) diperoleh dari setengah nilai minimum frekuensi garpu tala (1 Hz) yakni sebesar 0,5 Hz dan *Range* tegangan yang terukur oleh sensor mikrofon yakni 0 – 219,941 mV.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengukuran alat ukur resonansi gelombang bunyi berbasis mikrokontroler Atmega8535, Proses pengambilan data masih dilakukan secara manual yang meliputi pengendalian, pengukuran, pencatatan dan perhitungan, Pembuatan alat ukur resonansi gelombang bunyi menggunakan transduser ultrasonik PING untuk mengukur jarak ketinggian muka air dengan sistem vertikal. Transduser PING memiliki range ketinggian 2 - 500 cm dengan resolusi 0,5 cm. Alat ukur resonansi dilengkapi sensor mikrofon yang akan mendeteksi nilai tegangan setiap 1 cm dengan kecepatan motor menurunkan air sebesar 0.012 m/s dengan tegangan 24 volt dan diperoleh *range* tegangan yang terukur oleh sensor mikrofon berkisar 0 – 219,941 mV. Nilai cepat rambat bunyi yang dihasilkan dengan variasi frekuensi garputala diperoleh ketidakakurasian dengan tingkat ketelitian 0,2% terdapat pada frekuensi 341 Hz pada jarak 25 cm. Sistem akuisisi data yang dibangun akan melakukan perekaman data pengukuran untuk setiap cacahan dengan waktu 0,5 s dan menyimpannya kedalam *database*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Setia Iriansyah selaku Laboran Laboratorium Fisika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan

Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membantu dalam proses pengujian alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyansyah, Ma'arifin dkk. (2011). *Sistem Informasi Bencana Banjir (Akuisisi Data Multiple Sensor)*. Jurusan Teknik Elektronika. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Surabaya.
- Arief, Mediaty Ulfah. (2011). Pengujian Sensor Ultrasonik PING Untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air. *Journal Electrical Engineering Vol.09 No.02*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik UNNES.
- Budiharto, Widodo. (2007). *Belajar Sendiri 12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula*. Elek Media Komputindo: Jakarta.
- Bueche, J. Frederick dan Hecht Eungene. (2006). *Fisika Universitas edisi X*. Jakarta; erlangga.
- Iswanto, S.T. (2008). *Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroler ATmega8535 dengan Bahasa Basic*. Penerbit Gava Media: Yogyakarta.
- Lubis, Ashar Muda dan Lizalidiawati. (2005). Rancang Bangun Alat Penentuan Kecepatan Gelombang Bunyi Berbasis Instrumentasi. *Jurnal Gradien Vol.1 No.1. Januari 2005, 10-15*. Universitas Bengkulu: Indonesia.
- Tipler, Paul A. (1998). *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. Erlangga: Jakarta.
- Wulansari, Mulya. (2013). "Cepat Rambat Bunyi". <http://mulyawulansari.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 2 Maret 2014 pukul 08.13 WIB.

